(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010 年 6 月 10 日(10.06.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/064704 A1

(51) 国際特許分類:
*H04R 1/38* (2006.01) *H04R 19/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/070388

(22) 国際出願日: 2009 年 12 月 4 日(04.12.2009)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2008-310506 2008 年 12 月 5 日(05.12.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 船井電機株式会社 (FUNAI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７－７－１ Osaka (JP). 船井電機新応用技術研究所 (FUNAI ELECTRIC ADVANCED APPLIED TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE INC.) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７－７－１ Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 史記 (TANAKA, Fuminori) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７－７－１ 船井電機株式会社内 Osaka (JP). 堀邊 隆介 (HORIBE, Ryusuke) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７－７－１ 船井電機株式会社内 Osaka (JP). 猪田 岳司 (INODA, Takeshi) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７－７－１ 船井電機株式会社内 Osaka (JP). 小野 雅敏 (ONO, Masatoshi) [JP/JP]; 〒3050023 茨城県つくば市上ノ室１２８０ Ibaraki (JP). 高野 陸男 (TAKANO, Rikuo) [JP/JP]; 〒3050047 茨城県つくば市千現２－１－６ 株式会社船井電機新応用技術研究所内 Ibaraki (JP). 福岡 敏美 (FUKUOKA, Toshimi) [JP/JP]; 〒2410825 神奈川県横浜市旭区中希望が丘１４４－１ 希望が丘第２コーポラス Ｃ－１１９ Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 佐野 静夫 (SANO, Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町２ - ６天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).

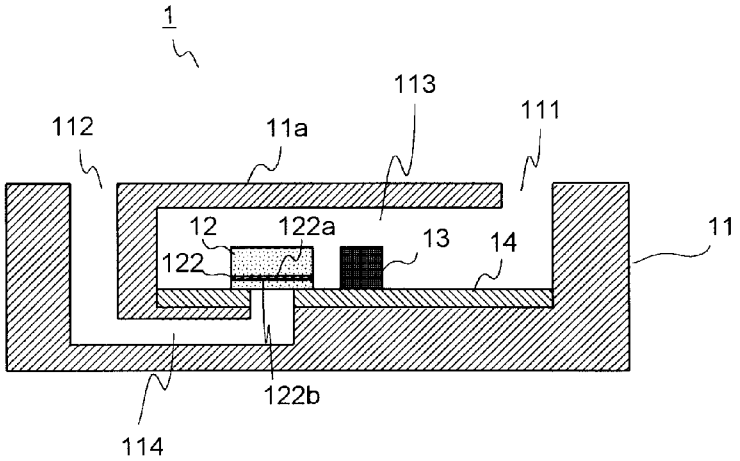
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: MICROPHONE UNIT

(54) 発明の名称 : マイクロホンユニット

[図2]




(57) **Abstract**: A microphone unit (1) includes: a case (11); a diaphragm (122) arranged inside the case (11); and an electric circuit unit (13) which processes an electric signal generated in accordance with oscillation of the diaphragm (122). The case (11) has: a first sound introducing space (113) which introduces a sound from outside of the case to a first surface (122a) of the diaphragm (122) via a first sound hole (111); and a second sound introducing space (114) which introduces a sound from outside of the case to a second surface (122b) as the rear surface of the first surface (122a) of the diaphragm (122) via a second sound hole (112). The diaphragm (122) has a resonance frequency set in the range of plus/minus 4 kHz on the basis of the resonance frequency of the first sound introducing space (113) or the second sound introducing space (114).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/064704 A1

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

マイクロホンユニット１は、筐体１１と、筐体１１の内部に配置される振動板１２２と、振動板１２２の振動に基づいて発生する電気信号を処理する電気回路部１３と、を備える。筐体１１には、第１音孔１１１を介して筐体外部の音を振動板１２２の第１の面１２２ａへと導く第１導音空間１１３と、第２音孔１１２を介して筐体外部の音を振動板１２２の第１の面１２２ａの裏面である第２の面１２２ｂへと導く第２導音空間１１４と、が設けられる。振動板１２２の共振周波数が、第１導音空間１１３及び第２導音空間１１４のうち少なくとも一方の共振周波数を基準に±４ｋＨｚの範囲内に設定されている。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： マイクロホンユニット

## 技術分野

[0001] 本発明は、入力音を電気信号に変換するマイクロホンユニットに関し、詳細には、振動板の両面（前後面）に音圧が加わるように形成され、音圧差に基づく振動板の振動を利用して入力音を電気信号に変換するマイクロホンユニットの構成に関する。

## 背景技術

[0002] 従来、例えば、携帯電話やトランシーバ等の音声通信機器、又は音声認証システム等の入力された音声を解析する技術を利用した情報処理システム、或いは録音機器、などにマイクロホンユニットが備えられている。電話などによる通話、音声認識、音声録音に際しては、目的の音声（ユーザの音声）のみを収音するのが好ましい。このため、目的の音声を正確に抽出し、目的の音声以外の雑音（背景雑音等）を除去するマイクロホンユニットの開発が進められている。

[0003] 雑音が存在する使用環境で雑音を除去して目的の音声のみを収音する技術として、マイクロホンユニットに指向性を持たせることが挙げられる。指向性を有するマイクロホンユニットの一例として、振動板（ダイアフラム）の両面に音圧が加わるように形成され、音圧差に基づく振動板の振動を利用して入力音を電気信号に変換するマイクロホンユニットが従来知られている（例えば特許文献１参照）。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開平４－２１７１９９号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、振動板の両面に音圧が加わるように形成され、音圧差に基づく

振動板の振動を利用して入力音を電気信号に変換するマイクロホンユニットは、振動板の片面にのみ音圧を加えて振動板を振動させるマイクロホンユニットに比べて振動板の振動による変位が小さくなる。このため、前述の振動板の両面に音圧が加わるように形成されたマイクロホンユニットは所望のＳＮＲ（Signal to Noise Ratio）が得られ難い場合があり、高いＳＮＲを確保できるように改善することが求められていた。

[0006] そこで、本発明の目的は、振動板の両面に音圧が加わるように形成され、音圧差に基づく振動板の振動を利用して入力音を電気信号に変換するマイクロホンユニットであって、高いＳＮＲを確保できる高性能のマイクロホンユニットを提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために本発明のマイクロホンユニットは、筐体と、前記筐体の内部に配置される振動板と、前記振動板の振動に基づいて発生する電気信号を処理する電気回路部と、を備えるマイクロホンユニットであって、前記筐体には、第１音孔を介して前記筐体外部の音を前記振動板の第１の面へと導く第１導音空間と、第２音孔を介して前記筐体外部の音を前記振動板の前記第１の面の裏面である第２の面へと導く第２導音空間と、が設けられ、前記振動板の共振周波数が、前記第１導音空間及び前記第２導音空間のうち少なくとも一方の共振周波数を基準に±４ｋＨｚの範囲内に設定されている。

[0008] 本構成のマイクロホンユニットは、振動板の両面に音圧が加わるように形成され、音圧差に基づく振動板の振動を利用して入力音を電気信号に変換する構成となっている。このような構成のマイクロホンユニットは、ＳＮＲの向上を考慮して、第１音孔からの音波が振動板に及ぼす音圧と、第２音孔からの音波が振動板に及ぼす音圧と、の音圧差を大きくする必要がある。この場合、第１音孔と第２音孔の間隔を大きくして第１導音空間及び第２導音空間の容積を大きくせざるを得ず、第１導音空間と第２導音空間の共振周波数は十分に高い周波数とできない。すなわち、マイクロホンユニットの使用周

波数帯域において、導音空間の共振がマイクロホンユニットの周波数特性に影響を及ぼすことは避けられない。本構成では、導音空間の共振がマイクロホンユニットの周波数特性に影響を及ぼすことを避けられない点を利用して、従来とは逆転の発想で振動板の共振周波数を下げて、導音空間の共振周波数に近づける構成としている。このために、本構成によれば振動板のスティフネスを下げて感度を上げることができ、高いＳＮＲを確保できる高性能のマイクロホンユニットを提供可能である。

[0009] 上記構成のマイクロホンユニットにおいて、前記第１音孔と前記第２音孔とは同一面内に形成され、前記第１音孔と前記第２音孔の中心間距離が４ｍｍ以上６ｍｍ以下であるのが好ましい。このように構成することにより、上述の音圧差を十分確保できると共に、位相歪みによる影響も抑制して高いＳＮＲを確保できるマイクロホンユニットを提供可能である。

[0010] 上記構成のマイクロホンユニットにおいて、前記第１導音空間と前記第２導音空間との共振周波数は略同一であるのが好ましい。このように構成することにより、高ＳＮＲのマイクロホンユニットを得やすい。

[0011] また、上記構成のマイクロホンユニットにおいて、前記第１導音空間及び前記第２導音空間のうち少なくと一方の共振周波数は、１０ｋＨｚ以上１２ｋＨｚ以下であるのが好ましい。本構成によれば、導音空間の共振によるマイクロホンユニットの周波数特性への悪影響をなるべく抑えられるので好ましい。

[0012] また、上記構成のマイクロホンユニットにおいて、前記振動板の共振周波数が、前記第１導音空間及び前記第２導音空間のうち少なくとも一方の共振周波数と略同一に設定されていることとしても良い。

## 発明の効果

[0013] 本発明によれば、振動板の両面に音圧が加わるように形成され、音圧差に基づく振動板の振動を利用して入力音を電気信号に変換するマイクロホンユニットについて、高いＳＮＲを確保して、高性能のマイクロホンユニットを提供できる。

## 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本実施形態のマイクロホンユニットの構成を示す概略斜視図

[図2]図１のＡ－Ａ位置における概略断面図

[図3]本実施形態のマイクロホンユニットが備えるＭＥＭＳチップの構成を示す概略断面図

[図4]本実施形態のマイクロホンユニットが備えるＡＳＩＣの回路構成を説明するための図

[図5]音波の減衰特性について説明するための図

[図6]従来のマイクロホンユニットにおける振動膜の設計方法について説明するための図

[図7]導音空間の周波数特性について説明するための図

[図8]マイクロホンユニットの周波数特性について説明するための図

[図9]本実施形態のマイクロホンユニットにおいて、振動膜の共振周波数ｆｄを第１導音空間の共振周波数ｆ１よりもほぼ４ｋＨｚ高く設定した場合の周波数特性を示す図

[図10]本実施形態のマイクロホンユニットにおいて、振動膜の共振周波数ｆｄを第１導音空間の共振周波数ｆ１と略同一に設定した場合の周波数特性を示す図

[図11]本実施形態のマイクロホンユニットにおいて、振動膜の共振周波数ｆｄを第１導音空間の共振周波数ｆ１よりもほぼ４ｋＨｚ低く設定した場合の周波数特性を示す図

[図12]本実施形態のマイクロホンユニットにおいて、振動膜をシリコンで形成する場合の条件を導出するために用いたモデルを説明するための図

## 発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明を適用したマイクロホンユニットの実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0016] 図１は、本実施形態のマイクロホンユニットの構成を示す概略斜視図である。図２は、図１のＡ－Ａ位置における概略断面図である。図１及び図２に

示すように、本実施形態のマイクロホンユニット１は、筐体１１と、ＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical System）チップ１２と、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）１３と、回路基板１４と、を備える。

[0017] 筐体１１は、略直方体形状に形成され、振動膜（振動板）１２２を含むＭＥＭＳチップ１２と、ＡＳＩＣ１３と、回路基板１４とをその内部に収容する。なお、筐体１１の外形は本実施形態の形状に限定される趣旨ではなく、例えば、立方体であっても良いし、また、直方体や立方体といった六面体に限らず、六面体以外の多面体構造や多面体以外の構造（例えば球状構造、半球状構造等）であっても良い。

[0018] 筐体１１には、図１及び図２に示すように、その内部に第１導音空間１１３と第２導音空間１１４とが形成されている。第１導音空間１１３と第２導音空間１１４とは、その詳細は後述するＭＥＭＳチップ１２が有する振動膜１２２によって分割されている。すなわち、第１導音空間１１３は振動膜１２２の上面（第１の面）１２２ａ側と接し、第２導音空間１１４は振動膜１２２の下面（第２の面）１２２ｂ側と接した状態となっている。

[0019] また、筐体１１の上面１１ａには、平面視略円形状の第１音孔１１１と第２音孔１１２とが形成されている。第１音孔１１１は第１導音空間１１３とつながっており、これにより、第１導音空間１１３と筐体１１の外部空間とはつながった状態となっている。すなわち、筐体１１の外部の音は、第１音孔１１１を介して第１導音空間１１３によって振動膜１２２の上面１２２ａへと導かれるようになっている。

[0020] また、第２音孔１１２は第２導音空間１１４とつながっており、これにより、第２導音空間１１４と筐体１１の外部空間とはつながった状態となっている。すなわち、筐体１１の外部の音は、第２音孔１１２を介して第２導音空間１１４によって振動膜１２２の下面１２２ｂへと導かれるようになっている。第１音孔１１１から第１導音空間１１３を通って振動板１２２に至る距離と、第２音孔１１２から第２導音空間１１４を通って振動板１２２に至

る距離とは等しく形成されている。

[0021] なお、第１音孔１１１と第２音孔１１２との中心間距離は４～６ｍｍ程度が好ましく、更には５ｍｍ程度が好ましい。このように構成することにより、第１導音空間１１３を通って振動板１２２の上面１２２ａに至る音波と、第２導音空間１１４を通って振動板１２２の下面１２２ｂに至る音波と、の音圧差を十分確保できると共に、位相歪みによる影響も抑制可能となる。

[0022] また、本実施形態では、第１音孔１１１と第２音孔１１２とは平面視略円形状としているが、これに限定される趣旨ではなく、その形状は円形状以外でも良く、例えば矩形状等であっても良い。また、本実施形態では、第１音孔１１１と第２音孔１１２とを各々１つずつとしているが、この構成に限定されず、それぞれの数を複数としても良い。

[0023] また、本実施形態では、第１音孔１１１と第２音孔１１２とを筐体１１の同一面に形成しているが、この構成に限定されず、これらを互いに異なる面に形成しても良く、例えば、隣り合う面や対向する面に形成する構成としても良い。ただし、本実施形態のように２つの音孔１１１、１１２を筐体１１の同一面に形成した方が、本実施形態のマイクロホンユニット１を搭載する音声入力装置（例えば携帯電話等）における音道が複雑とならない点で好ましい。

[0024] 図３は、本実施形態のマイクロホンユニット１が備えるＭＥＭＳチップ１２の構成を示す概略断面図である。図３に示すように、ＭＥＭＳチップ１２は、絶縁性のベース基板１２１と、振動膜１２２と、絶縁膜１２３と、固定電極１２４と、を有し、コンデンサ型のマイクロホンを形成している。なお、このＭＥＭＳチップ１２は半導体製造技術を用いて製造される。

[0025] ベース基板１２１には例えば平面視略円形状の開口１２１ａが形成され、これにより振動膜１２２の下部側から来る音波は振動膜１２２に到達するようになっている。ベース基板１２１の上に形成される振動膜１２２は、音波を受けて振動（上下方向に振動）する薄膜で、導電性を有し、電極の一端を形成している。

[0026] 固定電極１２４は、絶縁膜１２３を挟んで振動膜１２２と対向するように配置されている。これにより、振動膜１２２と固定電極１２４とは容量を形成する。なお、固定電極１２４には音波が通過できるように複数の音孔１２４ａが形成されており、振動膜１２２の上部側から来る音波が振動膜１２２に到達するようになっている。

[0027] このようなＭＥＭＳチップ１２においては、ＭＥＭＳチップ１２に音波が入射すると、振動膜１２２の上面１２２ａに音圧ｐｆ、下面１２２ｂに音圧ｐｂが各々加わる。その結果、音圧ｐｆと音圧ｐｂとの差に応じて振動膜１２２が振動して振動膜１２２と固定電極１２４との間隔Ｇｐが変化し、振動膜１２２と固定電極１２４との間の静電容量が変化する。すなわち、コンデンサ型のマイクロホンとして機能するＭＥＭＳチップ１２によって、入射した音波を電気信号として取り出せるようになっている。

[0028] なお、本実施形態では振動膜１２２の方が固定電極１２４よりも下となっているが、これとは逆の関係（振動膜が上で、固定電極が下となる関係）となるように構成しても構わない。

[0029] 図２に示すように、マイクロホンユニット１においては、ＡＳＩＣ１３は第１導音空間１１３に配置される。図４は、本実施形態のマイクロホンユニット１が備えるＡＳＩＣ１３の回路構成を説明するための図である。ＡＳＩＣ１３は、本発明の電気回路部の実施形態で、ＭＥＭＳチップ１２における静電容量の変化に基づいて発生する電気信号を信号増幅回路１３３で増幅処理する集積回路である。本実施形態においては、ＭＥＭＳチップ１２における静電容量の変化を精密に取得できるように、チャージポンプ回路１３１とオペアンプ１３２とを含む構成としている。また、信号増幅回路１３３の増幅率（ゲイン）を調整できるようにゲイン調整回路１３４を含む構成としている。ＡＳＩＣ１３で増幅処理された電気信号は、例えばマイクロホンユニット１が実装される図示しない実装基板の音声処理部に出力されて処理される。

[0030] 図２を参照して、回路基板１４はＭＥＭＳチップ１２及びＡＳＩＣ１３を

実装する基板である。本実施形態においては、ＭＥＭＳチップ１２及びＡＳＩＣ１３は、いずれもフリップチップ実装され、回路基板１４に形成される配線パターンによって両者は電気的に接続されている。なお、本実施形態においては、ＭＥＭＳチップ１２及びＡＳＩＣ１３をフリップチップ実装する構成としているがこの構成に限られる趣旨ではなく、例えばワイヤボンディングを用いて実装する構成等としても構わない。

[0031] 次に、マイクロホンユニット１の動作について説明する。

[0032] 動作の説明に先立って、図５を参照して音波の性質について述べておく。図５に示すように、音波の音圧（音波の振幅）は、音源からの距離に反比例する。そして、音圧は、音源に近い位置では急激に減衰し、音源から離れる程、なだらかに減衰する。

[0033] 例えば、マイクロホンユニット１を接話型の音声入力装置に適用する場合、ユーザの音声はマイクロホンユニット１の近傍で発生する。そのため、ユーザの音声は、第１音孔１１１と第２音孔１１２との間で大きく減衰し、振動膜１２２の上面１２２ａに入射する音圧と、振動膜１２２の下面１２２ｂに入射する音圧との間には、大きな差が現れる。

[0034] 一方、背景雑音等の雑音成分は、ユーザの音声に比べて音源がマイクロホンユニット１から遠い位置に存在する。そのため、雑音の音圧は、第１音孔１１１と第２音孔１１２との間でほとんど減衰せず、振動膜１２２の上面１２２ａに入射する音圧と、振動膜１２２の下面１２２ｂに入射する音圧との間には、ほとんど差が現れない。

[0035] マイクロホンユニット１の振動膜１２２は、第１音孔１１１と第２音孔１１２に同時に入射する音波の音圧差によって振動する。上述のように、振動膜１２２の上面１２２ａと下面１２２ｂに遠方から入射する雑音の音圧の差は非常に小さいために、振動膜１２２で打ち消される。これに対して、振動膜１２２の上面１２２ａと下面１２２ｂに近接位置から入射するユーザ音声の音圧の差は大きいために、ユーザ音声は振動膜１２２で打ち消されずに振動膜１２２を振動させる。

[0036] このことから、マイクロホンユニット１によると、振動膜１２２はユーザの音声のみによって振動しているとみなすことができる。そのため、マイクロホンユニット１のＡＳＩＣ１３から出力される電気信号は、雑音（背景雑音等）が除去された、ユーザ音声のみを示す信号とみなすことができる。すなわち、本実施形態のマイクロホンユニット１によると、簡易な構成で、雑音が除去されたユーザ音声のみを示す電気信号を取得することが可能である。

[0037] ところで、本実施形態のようにマイクロホンユニット１を構成すると、振動膜１２２に加わる音圧は２つの音孔１１１、１１２から入力される音圧の差となる。このため、振動膜１２２を振動させる音圧は小さいものとなり、取り出される電気信号のＳＮＲが悪く成り易い。この点、本実施形態のマイクロホンユニット１はＳＮＲを向上する工夫がなされている。以下、これについて説明する。

[0038] 図６は、従来のマイクロホンユニットにおける振動膜の設計方法について説明するための図である。図６に示すように、マイクロホンユニットが備える振動膜の共振周波数は振動膜のスティフネスによって変化し、スティフネスが小さくなるように設計すると振動膜の共振周波数は低くなる。逆にスティフネスが大きくなるように設計すると振動膜の共振周波数は高くなる。

[0039] 従来、マイクロホンユニットを設計するにあたっては、振動膜の共振がマイクロホンユニットを使用する周波数帯域（使用周波数帯域）に影響を及ぼさないように振動膜を設計していた。具体的には、振動膜の周波数特性について、図６に示すようにマイクロホンユニットの使用周波数帯域では周波数変化に対するゲインの変化がほとんど起こらない（フラット帯域となる）ように振動膜のスティフネスを設定していた。例えば、使用周波数帯域が１００Ｈｚ～１０ｋＨｚである場合、振動膜の共振周波数が２０ｋＨｚ程度となるように振動膜のスティフネスを大きく設定していた。

[0040] なお、このように振動膜の共振周波数が高くなるように振動膜のスティフネスを大きく設定するとマイクロホンの感度は低下する。このために、本実

施形態のように振動膜１２２の上面１２２ａと下面１２２ｂとの音圧差によって振動膜１２２を振動させる構成のマイクロホンユニット１にとっては、ＳＮＲが悪く成り易いという問題があった。

[0041] ところで、マイクロホンユニット１において、第１音孔１１１と第２音孔１１２との間隔が狭いと振動膜１２２における差圧が小さくなる（図５のΔｐ１とΔｐ２参照）ので、マイクロホンのＳＮＲを向上するためには、２つの音孔１１１、１１２の間隔をある程度大きくする必要がある。

[0042] 一方で、本発明者らのこれまでの研究により、第１音孔１１１と第２音孔１１２との間隔を大きくしすぎると音波の位相差による影響によって、マイクロホンのＳＮＲが低下することがわかっている（例えば、特願2007-98486参照）。このようなことから、本発明者らは、第１音孔１１１と第２音孔１１２との中心間距離は、４ｍｍ以上６ｍｍ以下に設定するのが望ましく、更には５ｍｍ程度に設定するのがより望ましいとの結論を得ている。このような構成とすることで、高いＳＮＲ（例えば５０ｄＢ以上）を確保可能なマイクロホンユニットが得られる。

[0043] マイクロホンユニット１において、音響特性の劣化を抑制するために音道の断面積を一定以上（例えばφ０．５ｍｍ程度の円の面積相当）確保する必要がある。そして、上述のように、第１音孔１１１と第２音孔１１２との間隔は４ｍｍ～６ｍｍ程度に設定することを考慮すると、第１導音空間１１３と第２導音空間１１４との容積は大きなものとなる。

[0044] 図７は、導音空間の周波数特性について説明するための図である。図７に示すように、導音空間の共振周波数は、その容積が大きくなると低くなり、その容積が小さくなると高くなる。上述のように、本実施形態のマイクロホンユニットは導音空間１１３、１１４の容積が大きくなる傾向にあり、導音空間１１３、１１４の共振周波数が従来のマイクロホンユニットに比べて低くなる傾向にある。具体的には、例えば１０ｋＨｚ程度に導音空間１１３、１１４の共振周波数が出現する。なお、第１導音空間１１３と第２導音空間１１４との周波数特性は略同一（すなわち両者の共振周波数も略同一）とな

るように設計されている。第１導音空間１１３と第２導音空間１１４との周波数特性は必ずしも略同一でなくてもよいが、本実施形態のように両者の周波数特性を略同一としておくと、例えば音響抵抗部材等を用いることなくＳＮＲの高いマイクロホンユニットを得やすく便利である。

[0045] 図８は、マイクロホンユニットの周波数特性について説明するための図である。図８において、（ａ）は振動膜の周波数特性、（ｂ）は導音空間の周波数特性、（ｃ）はマイクロホンユニットの周波数特性を示すグラフである。図８に示すように、マイクロホンユニットの周波数特性は、振動膜の周波数特性と導音空間の周波数特性を合わせた周波数特性と同等の周波数特性を示す。

[0046] 本実施形態のマイクロホンユニット１においては、上述のように導音空間１１３、１１４の容積をある程度大きくせざるを得ない。このため、導音空間１１３、１１４の共振周波数を高くなるように設定して、導音空間１１３、１１４の共振が上述の使用周波数帯域に対して影響を及ぼさないようにするのは難しい。この点を考慮すると、振動膜１２２の共振周波数を高域（例えば２０ｋＨｚ）に設定して、振動膜の共振が上述の使用周波数帯域に対して影響を及ぼさないようにする意味が乏しくなる。むしろ、振動膜１２２の共振周波数を導音空間１１３、１１４の共振周波数に近づけて振動膜１２２の感度を向上した方が、マイクロホンユニット１のＳＮＲの向上に有利と成り得る。

[0047] 本実施形態のマイクロホンユニット１においては、振動膜１２２の共振周波数ｆｄが、第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１又は第２導音空間１１４の共振周波数ｆ２から±４ｋＨｚの範囲内に設定されると、ＳＮＲが良好となることが検討の結果わかった。以下、これについて、図９、図１０及び図１１を参照して説明する。なお、上述のように、マイクロホンユニット１において、第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１と第２導音空間１１４の共振周波数ｆ２は略同一となるように構成される。このため、以下では特に必要がない場合には、第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１を代表させて説明す

る。

[0048] 図９は、本実施形態のマイクロホンユニット１において、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１よりもほぼ４ｋＨｚ高く設定した場合の周波数特性を示す図である。 図１０は、本実施形態のマイクロホンユニット１において、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１と略同一に設定した場合の周波数特性を示す図である。図１１は、本実施形態のマイクロホンユニット１において、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１よりもほぼ４ｋＨｚ低く設定した場合の周波数特性を示す図である。図９～１１において、（ａ）は振動膜１２２の周波数特性、（ｂ）は第１導音空間１１３の周波数特性、（ｃ）はマイクロホンユニット１の周波数特性を示す。

[0049] なお、第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１は、マイクロホンユニット１のＳＮＲを高くするためには、できるだけ高いことが望まれる。この点を考慮して、図９～１１においては、マイクロホンユニット１の導音空間１１３、１１４の共振周波数が１１ｋＨｚ近傍（１０Ｈｚ以上１２Ｈｚ以下）となるようにしている。

[0050] 図９に示すように、振動膜１２２の共振周波数ｆｄに由来するピークはシャープで、第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１に由来するピークはブロードである。このため、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１からほぼ４ｋＨｚ高い周波数まで近づけても低周波数側のマイクロホンユニット１の周波数特性はほとんど影響を受けない。

[0051] 具体的には、図９において、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを下げて感度を向上したにもかかわらず、１０ｋＨｚ近傍でマイクロホンユニット１の周波数特性がほとんど変動していないことがわかる。すなわち、例えば、マイクロホンユニット１における使用周波数帯域の高域側の上限が１０ｋＨｚである場合においては、使用周波数帯域におけるマイクロホンユニット１の特性を維持しつつ、従来に比べて振動膜１２２の感度を向上できる。

[0052] 上述のように、マイクロホンユニット１においては、導音空間１１３、１

１４の共振周波数を高くすることができないために、振動膜１２２の共振周波数を高く設定する必要がない。そこで、スティフネスを下げ（共振周波数を下げることを意味する）、振動膜１２２の感度を上げてＳＮＲを向上することとしている。振動膜１２２の感度を上げてＳＮＲを向上するという意味では、振動膜１２２の共振周波数ｆｄは低いに越したことがない。しかし、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを下げすぎると、上述のフラット帯域（例えば図６参照）が狭くなり、ＳＮＲが低下する場合がある。すなわち、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを下げるとしても下限がある。

[0053] 図１０を参照して、振動膜１２２の共振周波数ｆｄと第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１とを略同一とすると、マイクロホンユニット１の周波数特性は７ｋＨｚを超えた辺りから振動膜１２２の共振周波数ｆｄを下げたことによる影響が出始める。マイクロホンユニット１の使用周波数帯域の上限が１０ｋＨｚである場合、１０ｋＨｚ近傍での影響は多少あるが、振動膜１２２の感度を上げたことによるＳＮＲの向上効果とのバランスでこのような設計も可能である。

[0054] また、現状の携帯電話機の音声帯域の上限は３．４ｋＨｚである。この場合、振動膜１２２の共振周波数ｆｄと第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１とを略同一とした場合、使用周波数帯域におけるマイクロホンユニット１の特性を維持しつつ、従来に比べて振動膜１２２の感度を向上できると言える。

[0055] そして、現状の携帯電話機の音声帯域を考慮して振動膜１２２の共振周波数ｆｄをどこまで下げるかを更に検討した結果が図１１に示す結果である。現状の携帯電話機を考慮した場合、使用音声帯域の上限である３．４ｋＨｚの周波数特性として、１ｋＨｚの出力に対して±３ｄＢ以内であることが要求される。この点、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１よりも４ｋＨｚ程度まで下げても、前述の要求を満たすことがわかった。そして、この場合、振動膜１２２の共振周波数ｆｄを７ｋＨｚ程度まで下げられ、振動膜１２２の感度向上によるＳＮＲの向上が期待でき

る。

[0056] 以上のように、本実施形態のマイクロホンユニット１においては、振動膜１２２の共振周波数ｆｄが第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１（或いは第２導音空間１１４の共振周波数ｆ２）から±４ｋＨｚの範囲内にあれば、マイクロホンユニット１を音声入力装置に適用した場合にＳＮＲの向上が望めると言える。

[0057] 本実施形態のマイクロホンユニット１の振動膜１２２は例えばシリコンによって形成できる。ただし、振動膜１２２を形成する材料をシリコンに限定する趣旨ではない。振動膜１２２をシリコンによって形成する場合における望ましい設計条件について説明しておく。なお、設定条件の導出にあたっては図１２のように振動膜１２２をモデル化している。

[0058] 振動膜１２２の共振周波数ｆｄ（Ｈｚ）は、振動膜１２２のスティフネスをＳｍ（Ｎ／ｍ）、振動膜１２２の質量をＭｍ（ｋｇ）とした場合に、以下の式（１）で表される。

[数1]

$$fd = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Sm}{Mm}} \qquad (1)$$

[0059] また、振動膜１２２のスティフネスＳｍと、振動膜１２２の質量Ｍｍとは、それぞれ以下の式（２）、（３）のように表される（非特許文献１参照）。ここで、Ｅ：振動膜１２２のヤング率（Ｐａ）、$\rho$：振動膜１２２の密度（ｋｇ／$m^3$）、$\nu$：振動膜１２２のポアソン比、ａ：振動膜の半径（ｍ）、ｔ：振動膜１２２の厚み（ｍ）である。

[数2]

$$Mm = \frac{1}{5}\cdot\pi\cdot a^2\cdot\rho\cdot t \qquad (2)$$

[数3]

$$Sm = \frac{16 \cdot \pi \cdot E \cdot t^3}{9 \cdot a^2 \cdot (1-\nu^2)} \quad (3)$$

[0060] 非特許文献1：Jen-Yi Chen, Yu-Chun Hsu1, Tamal Mukherjee, Gray K.Fedder, "MODELING AND SIMULATION OF A CONDENSER MICROPHONE", Proc.Transducers'07, LYON,FRANCE, vol.1, pp.1299-1302,2007.

[0061] 式（１）に式（２）、（３）を代入して、振動膜１２２の共振周波数ｆｄは次の式（４）のように表される。

[数4]

$$fd = \frac{2t}{3\pi a^2}\sqrt{\frac{5E}{\rho(1-\nu^2)}} \quad (4)$$

[0062] 上述のように、振動膜１２２の共振周波数ｆｄは、第１導音空間１１３の共振周波数ｆ１から±４ｋＨｚであることが望ましい。そして、第１導音空間１１３の望ましい共振周波数ｆ１を１１ｋＨｚとすると、振動膜１２２の共振周波数ｆｄは以下の式（５）を満たすことが望まれる。

[0063] [数5]

$$7000 \leqq \frac{2t}{3\pi a^2}\sqrt{\frac{5E}{\rho(1-\nu^2)}} \leqq 15000 \quad (5)$$

[0064] 式（５）にシリコンの材料特性として、Ｅ＝１９０（Ｇｐａ）、$\nu$＝０．２７、$\rho$＝２３３０（ｋｇ／$m^3$）を代入すると、以下の式（６）が得られる。

[数6]

$$0.15 \leqq \frac{t}{a^2} \leqq 0.35 \quad (6)$$

[0065] すなわち、本実施形態のマイクロホンユニット１において、振動膜１２２

の材質としてシリコンを選択する場合には、式（６）を満たすように振動膜１２２の半径ａと厚みｔを設定すれば、高いＳＮＲを確保できる高性能のマイクロホンユニット１を得られる。

[0066] 以上に示した実施形態は一例であり、本発明のマイクロホンユニットは以上に示した実施形態の構成に限定されるものではない。本発明の目的を逸脱しない範囲で、以上に示した実施形態の構成について種々の変更を行っても構わない。

[0067] 例えば、以上に示した実施形態では、振動膜１２２（振動板）が筐体１１の音孔１１１、１１２が形成される面１１ａと平行に配置される構成とした。しかし、この構成に限定されず、振動板が筐体の音孔が形成される面に対して平行でない構成としても構わない。

[0068] また、以上に示したマイクロホンユニット１においては振動板を有するマイクロホン（ＭＥＭＳチップ１２が該当）の構成として、いわゆるコンデンサ型マイクロホンを採用した。しかし、本発明は、振動板を有するマイクロホンの構成として、コンデンサ型マイクロホン以外の構成を採用したマイクロホンユニットにも適用できる。振動板を有するコンデンサ型マイクロホン以外の構成として、例えば、動電型（ダイナミック型）、電磁型（マグネティック型）、圧電型等のマイクロホン等が挙げられる。

## 産業上の利用可能性

[0069] 本発明のマイクロホンユニットは、例えば携帯電話やトランシーバ等の音声通信機器、音声認証システム等の入力された音声を解析する技術を利用した情報処理システム、録音機器等に好適である。

## 符号の説明

[0070] １　マイクロホンユニット

１１　筐体

１２　ＭＥＭＳチップ

１３　ＡＳＩＣ（電気回路部）

１１１　第１音孔

１１２　第２音孔

１１３　第１導音空間

１１４　第２導音空間

１２２　振動膜（振動板）

１２２ａ　振動膜の上面（振動板の第１の面）

１２２ｂ　振動膜の下面（振動板の第２の面）

# 請求の範囲

[請求項1] 筐体と、

前記筐体の内部に配置される振動板と、

前記振動板の振動に基づいて発生する電気信号を処理する電気回路部と、を備えるマイクロホンユニットであって、

前記筐体には、第１音孔を介して前記筐体外部の音を前記振動板の第１の面へと導く第１導音空間と、第２音孔を介して前記筐体外部の音を前記振動板の前記第１の面の裏面である第２の面へと導く第２導音空間と、が設けられ、

前記振動板の共振周波数が、前記第１導音空間及び前記第２導音空間のうち少なくとも一方の共振周波数を基準に±４ｋＨｚの範囲内に設定されているマイクロホンユニット。

[請求項2] 請求項１に記載のマイクロホンユニットであって、

前記第１音孔と前記第２音孔とは同一面内に形成され、前記第１音孔と前記第２音孔との中心間距離が４ｍｍ以上６ｍｍ以下である。

[請求項3] 請求項１又は２に記載のマイクロホンユニットであって、

前記第１導音空間と前記第２導音空間との共振周波数は略同一である。

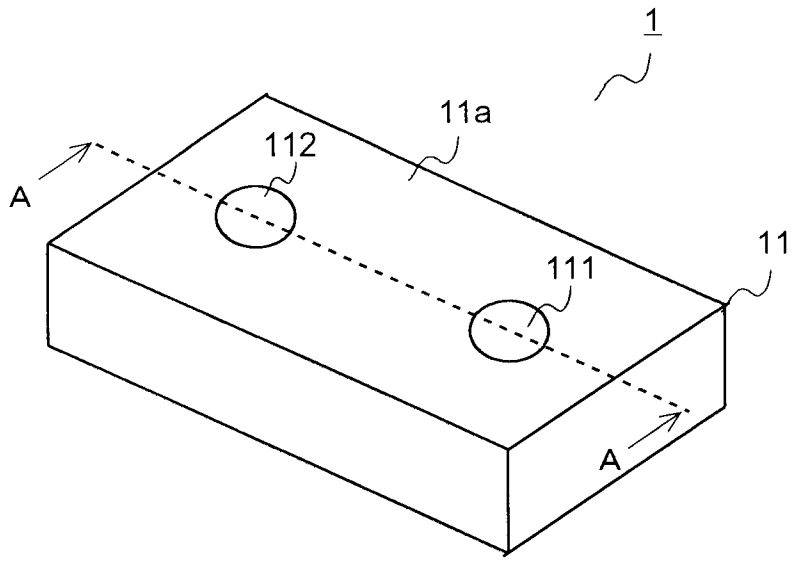
[請求項4] 請求項１又は２に記載のマイクロホンユニットであって、

前記第１導音空間及び前記第２導音空間のうち少なくと一方の共振周波数は、１０ｋＨｚ以上１２ｋＨｚ以下である。

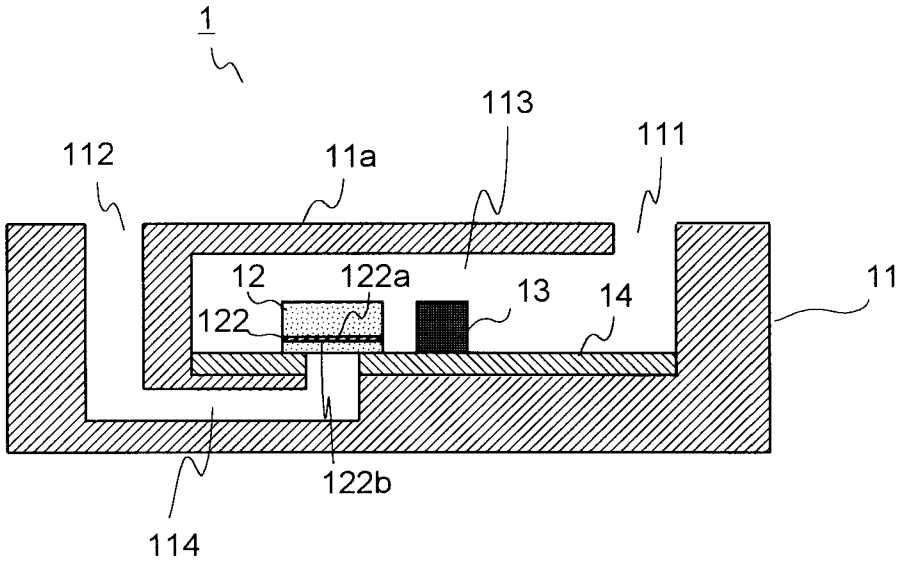
[請求項5] 請求項１又は２に記載のマイクロホンユニットであって、

前記振動板の共振周波数が、前記第１導音空間及び前記第２導音空間のうち少なくとも一方の共振周波数と略同一に設定されている。

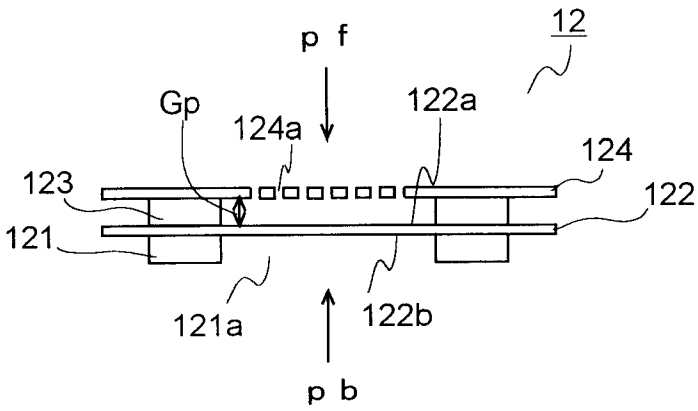
[図1]



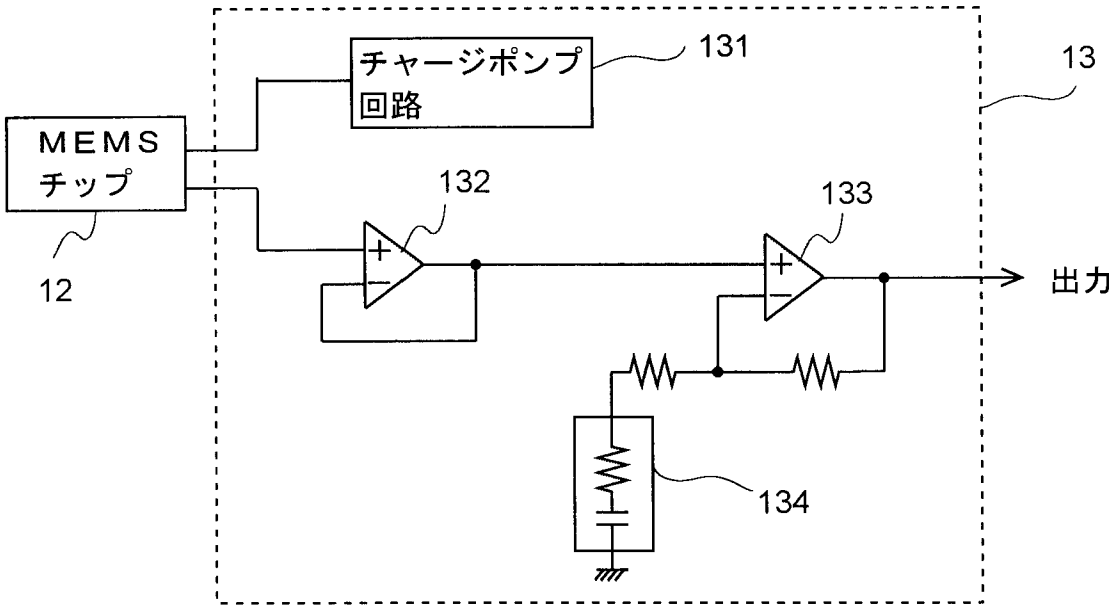

[図2]



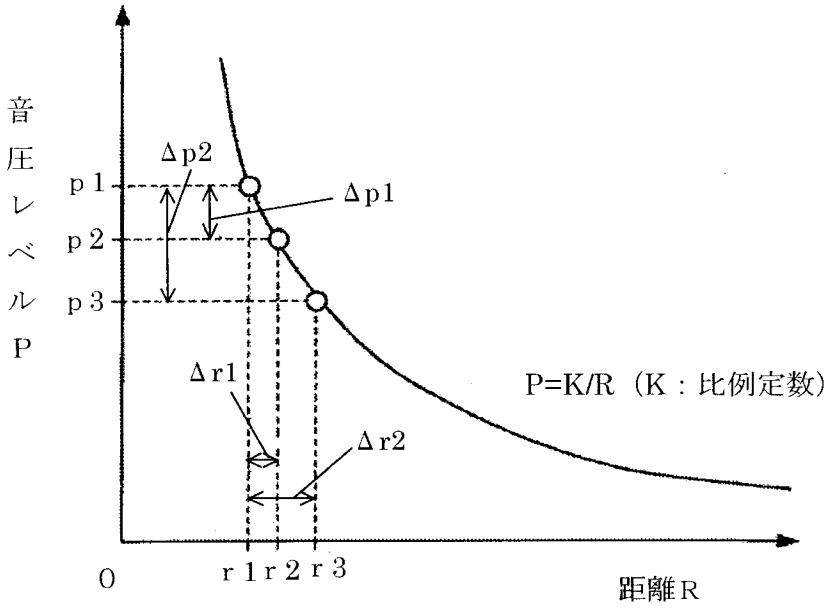
[図3]


12
p f
Gp
124a
122a
124
123
122
121
121a
122b
p b

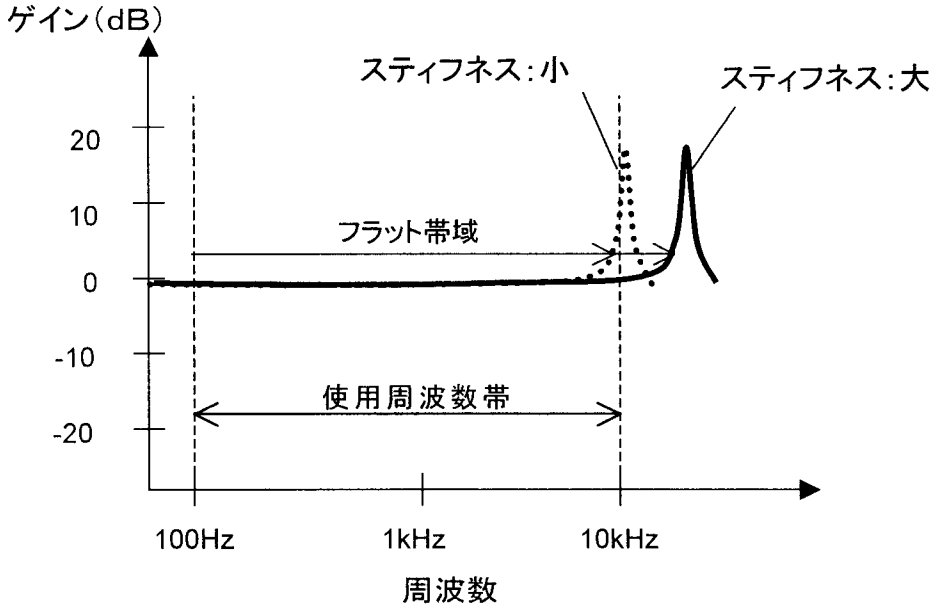
[図4]


チャージポンプ
回路
131
13
MEMS
チップ
12
132
133
出力
134

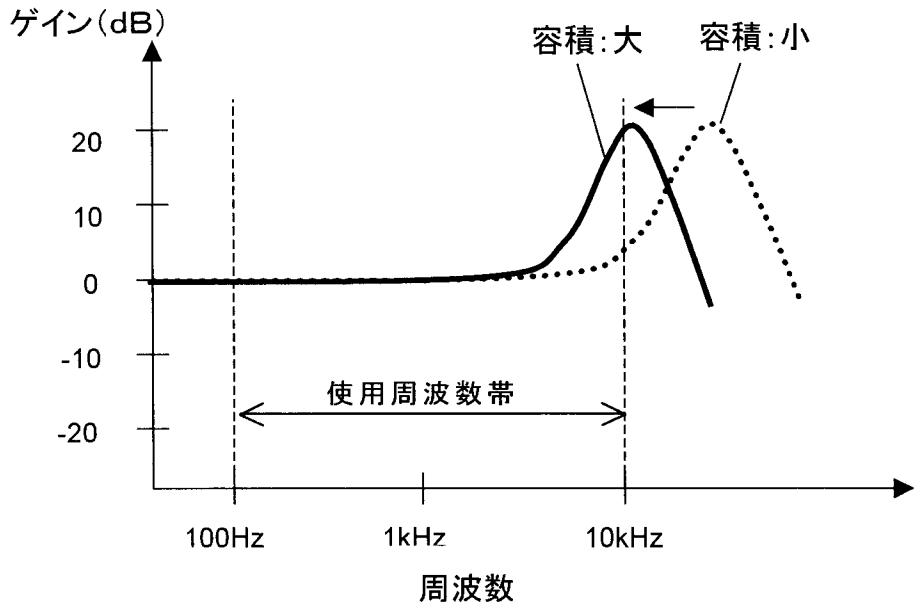
[図5]


音圧レベルP
Δp2
p1
Δp1
p2
p3
Δr1
Δr2
P=K/R（K：比例定数）
0
r1 r2 r3
距離R

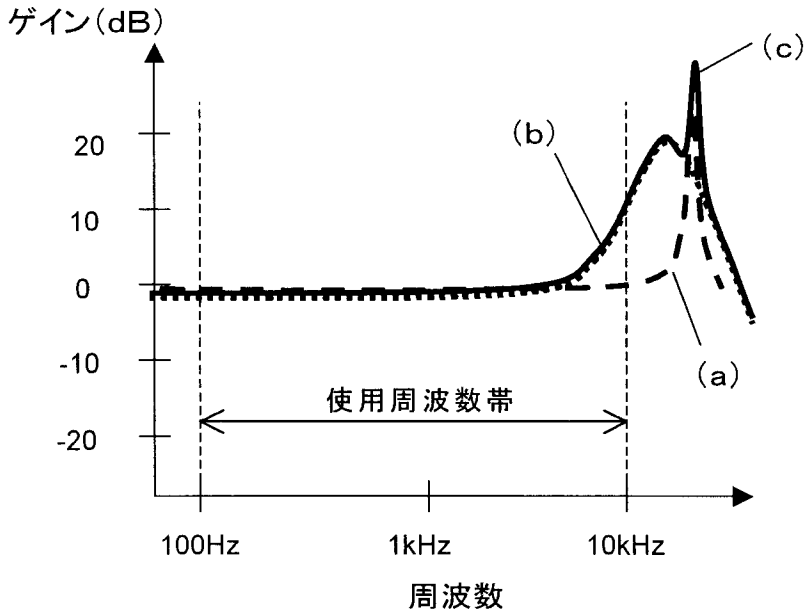
[図6]


ゲイン(dB)
スティフネス:小
スティフネス:大
20
10
フラット帯域
0
-10
使用周波数帯
-20
100Hz
1kHz
10kHz
周波数

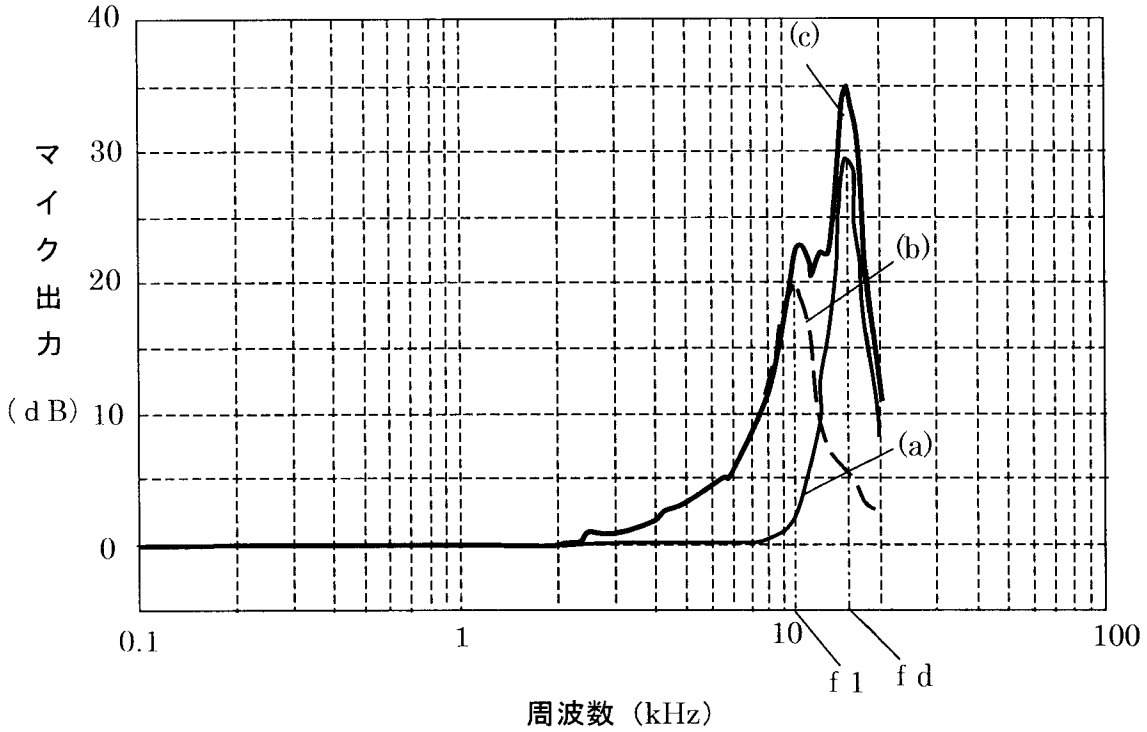
[図7]


ゲイン(dB)
容積:大
容積:小
20
10
0
-10
-20
使用周波数帯
100Hz
1kHz
10kHz
周波数

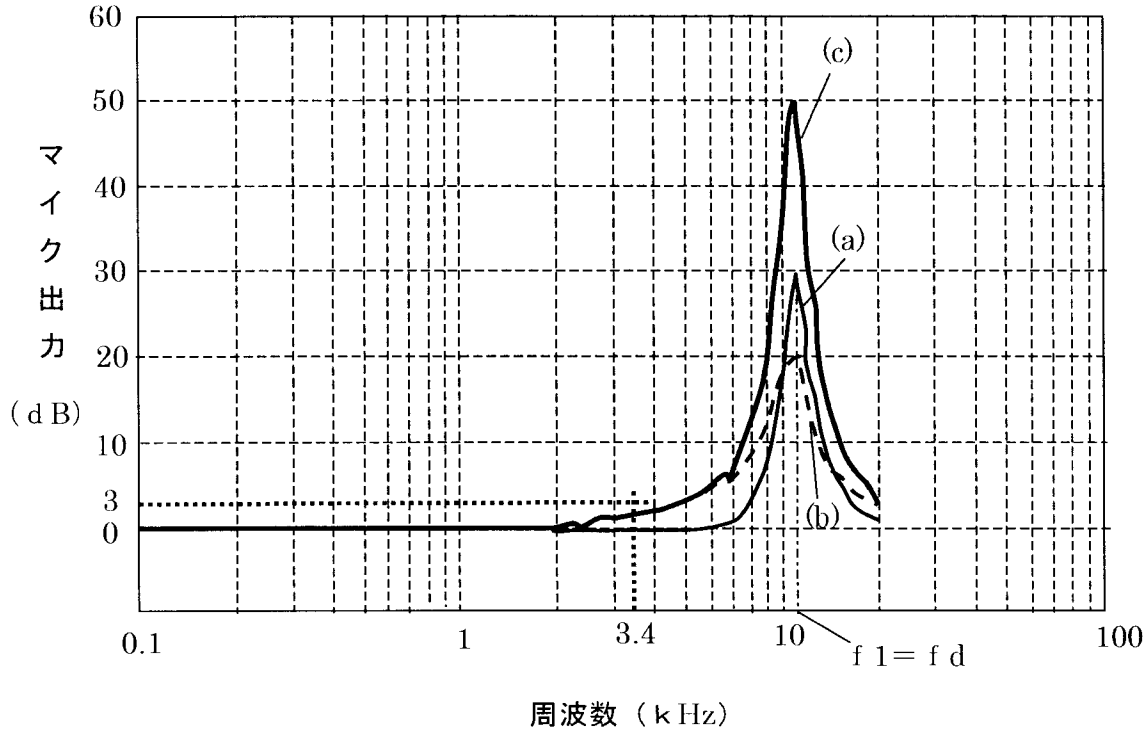
[図8]


ゲイン(dB)
(c)
(b)
(a)
20
10
0
-10
-20
使用周波数帯
100Hz
1kHz
10kHz
周波数

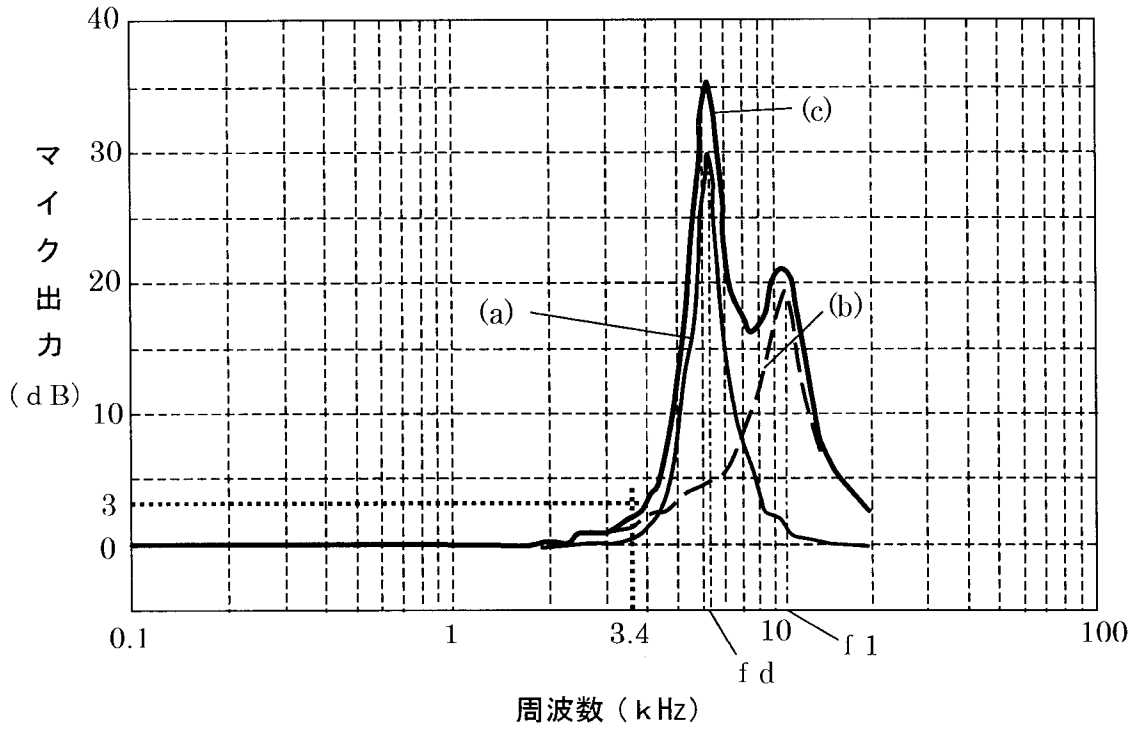
[図9]


40
30
20
10
0
マイク出力（dB）
(c)
(b)
(a)
0.1
1
10
100
f 1
f d
周波数（kHz）

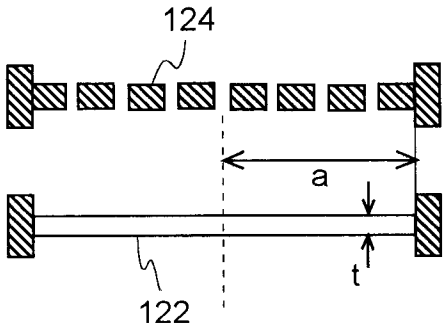
[図10]


60
50
40
30
20
10
3
0
マイク出力（dB）
(c)
(a)
(b)
0.1
1
3.4
10
100
f 1= f d
周波数（kHz）

[図11]



[図12]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/070388

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H04R1/38*(2006.01)i, *H04R19/04*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04R1/38, H04R19/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | JP 2008-258904 A (Funai Electric Advanced Applied Technology Research Institute Inc., Funai Electric Co., Ltd.), 23 October 2008 (23.10.2008), paragraphs [0028] to [0046], [0100], [0129], [0130]; fig. 1, 2, 18 & US 2008/0247586 A1 & EP 1978779 A2 & CN 101282589 A | 1-5 |
| Y | JP 2004-282449 A (Sanken Microphone Co., Ltd., Nippon Hoso Kyokai), 07 October 2004 (07.10.2004), entire text; all drawings (Family: none) | 1-5 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 24 December, 2009 (24.12.09) | 12 January, 2010 (12.01.10) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office<br>Facsimile No. | Authorized officer<br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2009/070388

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | JP 08-340592 A (AT & T Corp.),<br>24 December 1996 (24.12.1996),<br>claim 4; paragraphs [0008] to [0009]; fig. 1, 2<br>& US 5651074 A & EP 742678 A2<br>& CA 2173010 A & CA 2173010 A1 | 1-5 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／０７０３８８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04R1/38(2006.01)i, H04R19/04(2006.01)n

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04R1/38, H04R19/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|---|---|
| 日本国実用新案公報 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２００９年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２００９年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２００９年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| Y | JP 2008-258904 A (株式会社船井電機新応用技術研究所,船井電機株式会社) 2008.10.23, 【００２８】～【００４６】,【０１００】,【０１２９】,【０１３０】,第１,２,１８図 & US 2008/0247586 A1 & EP 1978779 A2 & CN 101282589 A | 1-5 |
| Y | JP 2004-282449 A (三研マイクロホン株式会社,日本放送協会) 2004.10.07, 全文,全図 (ファミリーなし) | 1-5 |

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

| | |
|---|---|
| 国際調査を完了した日<br>２４．１２．２００９ | 国際調査報告の発送日<br>１２．０１．２０１０ |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）<br>郵便番号１００－８９１５<br>東京都千代田区霞が関三丁目４番３号 | 特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｚ　４５４６<br>鈴木　圭一郎<br>電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５４１ |

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| Y | JP 08-340592 A (エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション) 1996.12.24, 【請求項４】,【０００８】～【０００９】,第１,２図 & US 5651074 A & EP 742678 A2 & CA 2173010 A & CA 2173010 A1 | 1-5 |